

FRANÇOIS BONIN

COULEURS PERÇUES PAR L'HOMME

Étude sur les couleurs de la matière et du vivant

## Avant-propos

Pourquoi vouloir écrire sur les couleurs? Parce que les couleurs sont un élément important de la beauté qui nous entoure; elles nous procurent sensations et émerveillements. Pour la majorité, d'entre nous, ressentir la beauté, alors qu'on nous présente si souvent des horreurs, est aussi important pour conserver un certain équilibre mental.

Personnellement, nous apprécions les peintures, d'une manière surtout contemplative, puisque nos connaissances sont limitées au niveau des techniques des peintres. Malgré cela, cette étude ne porte pas sur les techniques des artisans, mais veut surtout tenter de comprendre les mécanismes entourant la perception des couleurs, l'essence des couleurs et leurs effets.

Nous espérons que ce petit voyage à l'intérieur de la couleur et, l'ajout de la connaissance de ses constituants, nous permettront d'apprécier davantage les couleurs, sans diminuer la magie qui opère lorsqu'on admire un objet.

## PARTIE 1

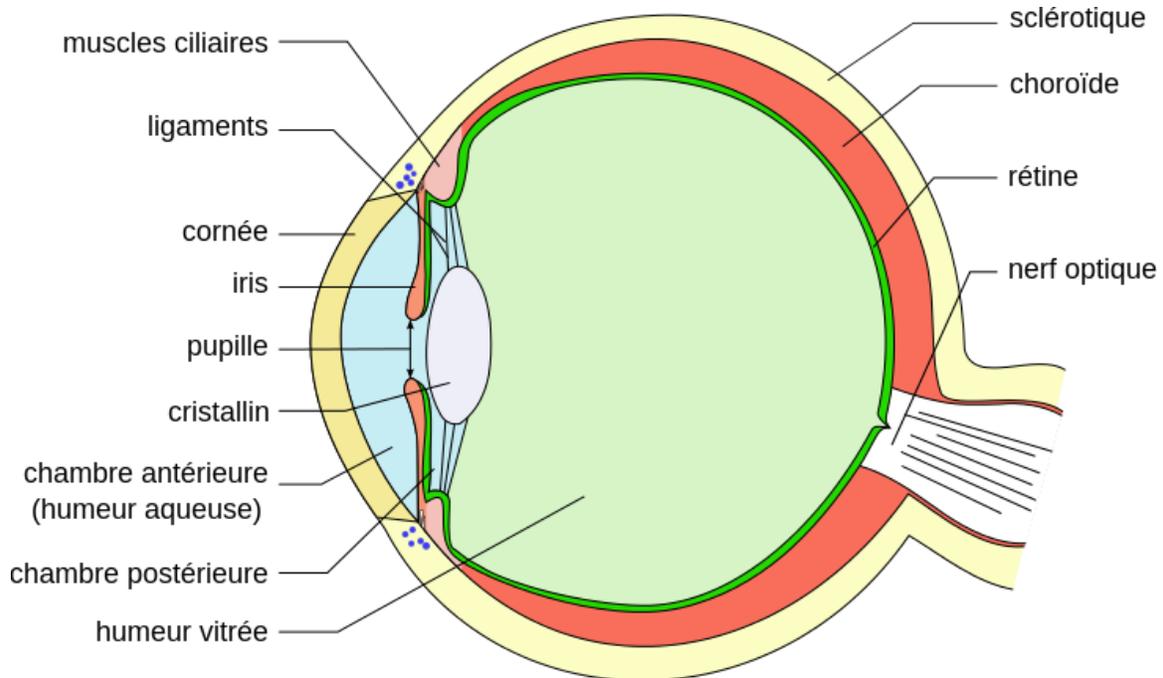
### LES COULEURS PERÇUES

Chapitre 1.1 : Quelles sont les couleurs perçues par l'homme.

Les couleurs que nous percevons, à partir de la lumière naturelle, sont reliées à la décomposition de la lumière blanche et chaque couleur (longueur d'onde) possède son angle de réfraction. La décomposition de la lumière blanche du Soleil, à partir d'un prisme ou lorsque l'environnement nous gratifie d'un arc-en-ciel, nous fait voir six couleurs soit, violet, bleu, vert, jaune, orange et rouge, même si notre cerveau nous permet d'en voir beaucoup plus que cela, comme il est expliqué au chapitre suivant.

Chapitre 1.2 : Œil et cerveau, organes de perception des couleurs.

La figure ci-dessous provient du site Wikipédia.org.



C'est l'œil qui nous permet de voir les couleurs en détectant les rayons lumineux produits ou réfléchis par les objets et les êtres vivants.

Tout d'abord, les rayons lumineux entrent dans l'œil par la cornée qui réfracte la lumière afin de la diriger vers l'iris, la partie colorée de l'œil. Au centre de l'iris, il y a la pupille, qui contrôle l'intensité de la lumière qui peut entrer, en augmentant son diamètre lorsque la lumière est faible et, en le diminuant lorsque la lumière est intense. Le rayon lumineux atteint alors le cristallin qui l'oriente vers la rétine, en passant à travers la partie qui s'appelle l'humeur vitrée. C'est sur la rétine, où il y a des millions de photorécepteurs, que l'image se forme, image qui est ensuite envoyée au cerveau par le nerf optique.

La sensation des couleurs primaires, rouge, vert et bleu provient des cônes de la rétine, mais la perception des milliers de couleurs est réalisée par le cerveau.

Le cristallin réussit à orienter précisément le flux lumineux, car il s'adapte automatiquement en fonction de la distance de l'objet qui est perçu. Ce fameux cristallin est élastique et des muscles jouent sur la forme qu'il doit prendre, afin de bien focaliser le rayon lumineux sur la rétine.

La rétine, quant à elle, renferme deux types de photorécepteurs : les cônes qui détectent la couleur (longueurs d'onde) des rayons lumineux et les bâtonnets, qui sont spécialisés dans la vision périphérique ainsi qu'en noir et blanc. La partie centrale de la rétine s'appelle la fovéa et on y retrouve surtout des cônes.

Les bâtonnets, qui sont très sensibles à la lumière et, environ douze fois plus nombreux que les cônes, nous permettent de voir même lorsque l'éclairage est faible; cependant, ils ne peuvent détecter les couleurs. Ce sont les cônes qui peuvent discriminer les couleurs et pour que cela fonctionne, il faut que les photons, qui constituent le flux de lumière, soient assez nombreux.

En fait, lorsque la lumière atteint les cônes et les bâtonnets, leurs pigments réagissant à l'énergie lumineuse se décomposent, ce qui déclenche la formation d'influx nerveux qui est ensuite acheminé au cerveau. Plus spécifiquement, lorsqu'un photon frappe la rétine, il y a un changement de forme d'une molécule (le rétinol) située dans la protéine opsine et cette transformation déclenche toute une série de réactions biochimiques dont le résultat est la création de l'influx nerveux.

Les bâtonnets, plus sensibles que les cônes, montrent un spectre d'absorption plus large, grâce à un pigment nommé rhodopsine (ou pourpre rétinienne). Cette protéine, la rhodopsine, montre un pic de sensibilité face aux longueurs d'onde autour de 500 nm.

Les cônes eux contiennent trois variétés d'opsine, une protéine proche de la rhodopsine. Les cônes qui absorbent la lumière bleue, les cyanolabes, sont activés par les longueurs d'onde qui mesurent entre 420 nm et 445 nm; les cônes verts, les chlorolabes, sont surtout sensibles aux longueurs d'onde qui oscillent entre 530 nm et 540 nm tandis que les rouges, les érythrolabes, sont associés aux longueurs d'onde entre 560 nm et 570 nm.

Les trois pigments sont présents dans chaque type de cônes, mais en proportion très majoritaire pour la couleur dominante. Les différences entre leur spectre d'absorption permettent à l'œil humain de percevoir une centaine de milliers de couleurs lorsqu'ils se combinent.

La couleur se caractérise par trois éléments principaux, soit la teinte, la luminosité et la saturation. La teinte est la couleur spectrale correspondant à une longueur d'onde; la luminosité est son pourcentage de blanc et la saturation est liée à son pourcentage de gris.

## PARTIE 2

### CONSTITUANTS DE LA COULEUR

#### Chapitre 2.1 : De quoi est faite la couleur?

C'est la lumière qui donne leurs couleurs aux objets. Lorsque la lumière frappe un objet, une partie de son rayonnement est absorbée par l'objet et une partie est réfléchi. La couleur correspond à la partie du rayonnement qui est réfléchi.

La lumière est un phénomène physique, un transport d'énergie sans transport de matière. Dans son acception générale, la lumière visible est constituée de l'ensemble des ondes électromagnétiques que la vision humaine est capable de détecter.

En réalité, la lumière provient des électrons qui reçoivent et cèdent de l'énergie, sous forme de photons, en changeant de niveau d'orbite autour du noyau d'un atome. Les photons possèdent des propriétés liées aux ondes mais aussi aux particules. Les atomes sont tellement petits qu'un seul grain de sel contient  $10^{18}$  atomes. La lumière rouge, des éléments très chauds d'une cuisinière électrique, est un exemple d'émission de photons par des atomes qui reçoivent de l'énergie, sous forme de courant électrique, et la cède sous forme de chaleur et de lumière.

Quand un photon a peu d'énergie, il vibre lentement et sa couleur est rouge alors qu'elle est violette, lorsqu'il a beaucoup d'énergie. Si l'énergie

d'un photon est inférieure à 1,6 eV, on obtient un photon infrarouge, si l'énergie est supérieure à 3,3 eV, on a alors un photon ultraviolet; entre ces deux valeurs, nous retrouvons les photons de la lumière visible. 1eV correspond à l'énergie que gagne un électron dans un champ électrique de 1 Volt.

L'énergie d'un photon est reliée à sa fréquence et à sa longueur d'onde; voici la formule mathématique :  $E=hf$ . Le  $h$  est la constante de Planck et vaut  $6,62 \times 10^{-34}$  alors que  $f$  est la fréquence en hertz.

Nous savons que plus la fréquence d'oscillation d'un photon est élevée, plus sa longueur d'onde est courte et plus son énergie est grande. Notez bien cependant que les valeurs du tableau ci-dessous sont approximatives et que ces valeurs fluctuent d'un site à l'autre.

Le tableau ci-dessous provient du site [Forum-metaphysique.com](http://Forum-metaphysique.com).

### Photons

couleur	Longueur d'onde dans le vide (nm)	Fréquence (THz)	Énergie de photon (eV)
Infrarouge	> 780	< 405	< 1.6
rouge	~ 625-740	~ 480-405	~ 1.6 - 2.0
orange	~ 590-625	~ 510-480	~ 2.0 - 2.1
jaune	~ 565-590	~ 530-510	~ 2.1 - 2.2
vert	~ 520-565	~ 580-530	~ 2.2 - 2.4
bleu	~ 446-520	~ 690-580	~ 2.4 - 2.8
violet	~ 380-446	~ 790-690	~ 2.8 - 3.2
ultraviolet	< 380	> 790	> 3.3

Pour l'atome d'hydrogène, la valeur énergétique entre les niveaux 1 et 2 est de 10,2 eV. Si l'on fournit à l'atome une énergie de 10,1 eV, l'électron sur le niveau 1 n'aura pas assez d'énergie pour passer au niveau 2 et il restera sur le niveau 1.

La mécanique quantique permet de comprendre les mécanismes de l'interaction de la lumière avec les atomes et les molécules. S'appuyant sur

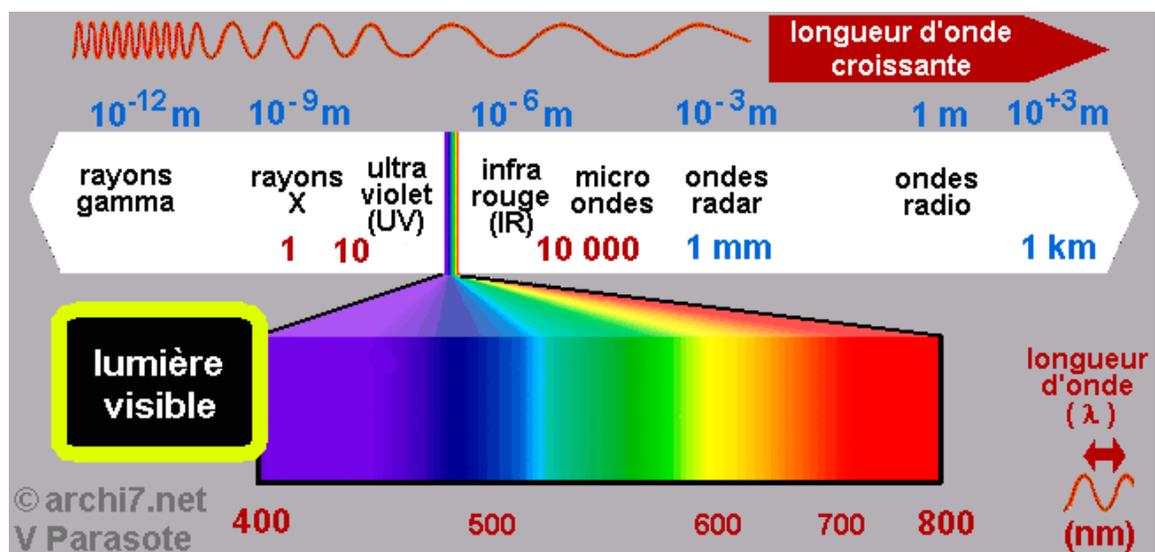
les concepts de niveaux d'énergie d'un atome ou d'une molécule, l'absorption de la lumière, à certaines longueurs d'onde, s'interprète alors en termes de transitions entre deux niveaux d'énergie; transitions induites par l'absorption d'un photon, dont l'énergie correspond précisément à la différence d'énergie entre les deux niveaux.

Lorsqu'un électron a été excité, il retournera à un niveau plus stable en passant d'un niveau supérieur à un niveau inférieur et l'électron peut descendre d'un à plusieurs niveaux à la fois. Lorsque l'électron redescend de niveau, il libère de l'énergie sous forme de photons, donc de lumière.

Un objet nous paraît rouge, car il réfléchit le rayonnement rouge de la lumière et qu'il absorbe tous les autres rayonnements de couleur. Un objet nous paraît noir, vu qu'il absorbe l'intégralité du rayonnement lumineux alors qu'il ressort blanc, s'il le réfléchit complètement.

La lumière naturelle, qui est composée de longueurs d'onde différentes, paraît blanche; cependant, chaque longueur d'onde représente une couleur différente.

Le tableau qui suit provient du site Archi7.net. Nous voyons que la lumière perçue par l'homme n'occupe qu'une très petite partie du spectre des ondes électromagnétiques.



Notre perception des couleurs provenant de la lumière naturelle est influencée, entre autres, par la luminosité, les saisons, la latitude, la météo ainsi que par la pollution.

À midi, la lumière naturelle, soit celle qui provient du Soleil, paraît blanche; le matin et le soir, la lumière est teintée d'une dominante jaune orangée qui sera accentuée s'il y a présence de pollution atmosphérique. Lorsque les derniers rayons du Soleil disparaissent, le ciel passe rapidement du jaune orangé au bleu avant de devenir complètement noir.

Les couleurs provenant de la lumière artificielle (lampes électriques, néons, etc.) sont parfois affectées par la nature même de cette lumière artificielle. Le spectre lumineux des nouvelles lampes à basse consommation, tout comme celui de la plupart des lampes fluorescentes, contrairement aux lampes incandescentes, ne montre qu'une partie des couleurs du spectre.

Les lampes au néon, à vapeur de sodium ou à fluorescence contiennent un gaz dans lequel circule un courant électrique. Une lampe à fluorescence contient de la vapeur de mercure qui émet un rayonnement ultraviolet; ce rayonnement frappe une couche de phosphore, qui recouvre la surface intérieure du tube, et donne alors de la lumière blanche par fluorescence.

Une lumière DEL, c'est une diode électroluminescente qui émet de la lumière lorsqu'elle est traversée par un faible courant électrique.

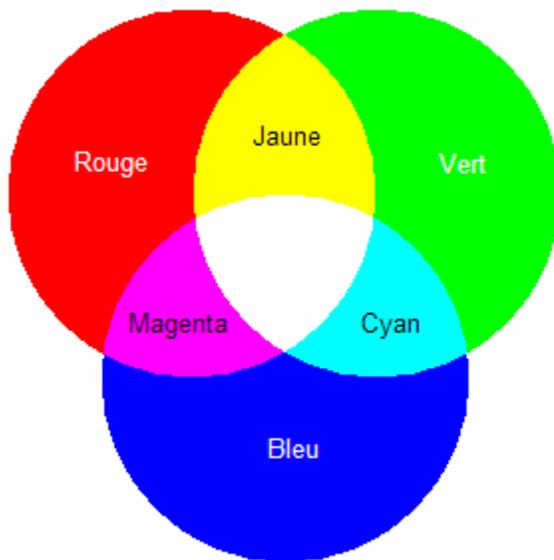
Les aurores boréales, qui émettent une lumière jaune-vert, se produisent lorsque des particules électrisées, en provenance du Soleil, sont détournées vers les régions polaires, sous l'action du champ magnétique terrestre.

L'origine de la sensation de la couleur n'est pas toujours facile à préciser. Par exemple, la couleur jaune que nous percevons résulte habituellement de la perception de la lumière dont la longueur d'onde se situe aux environs de 580 nm, mais elle peut aussi être le résultat d'une perception simultanée d'une lumière rouge (700 nm) et d'une lumière verte (530 nm). En outre, le jaune est aussi perçu lorsque la lumière visible est amputée des longueurs d'onde correspondant au violet et au bleu.

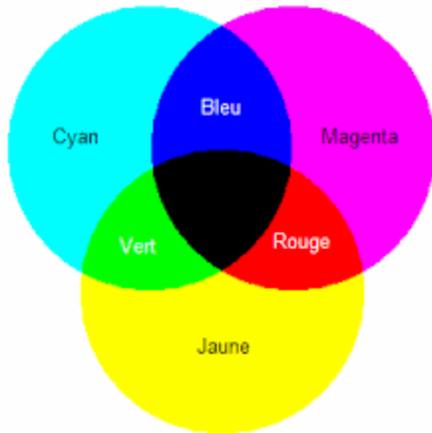
## Chapitre 2.2 : Les combinaisons des constituants de la couleur.

Le mélange des trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu) donne du blanc alors que le mélange des couleurs jaune, cyan et magenta aboutit au noir.

La synthèse additive d'une couleur s'effectue en superposant trois lumières colorées primaires en proportions adéquates. Par addition, les couleurs primaires sont le rouge, le vert et le bleu et les couleurs secondaires sont le jaune, le cyan et le magenta.



La synthèse soustractive d'une couleur repose sur l'élimination de certaines longueurs d'onde de la lumière blanche, en utilisant des filtres; elle est aussi réalisée en mélangeant des matières colorantes qui doivent leur couleur à une absorption partielle de la lumière blanche; par soustraction, les couleurs primaires sont le jaune, le cyan et le magenta, et les couleurs secondaires sont le rouge, le vert et le bleu. La synthèse soustractive de la couleur est évidemment privilégiée dans le domaine de la peinture, car on joue avec de la matière et non seulement avec de la lumière.



## PARTIE 3

### COULEURS DU VIVANT ET DE LA MATIÈRE

#### Chapitre 3.1 : Diversité de couleur.

Les couleurs des êtres vivants sont très nombreuses, nous n'avons qu'à regarder les fleurs, les papillons, les oiseaux et autres animaux. Même les hommes présentent différentes couleurs. La diversité chez les vivants fait référence à la variété des stratégies adoptées par les individus, animaux et végétaux pour survivre.

Chez les végétaux, les couleurs sont très majoritairement d'origine pigmentaire tandis que chez les animaux, elles sont pigmentaires mais aussi structurales.

Les pigments sont d'origine chimique et chez l'homme, c'est la mélanine, qui est la principale protéine responsable de la coloration de la peau. Les flamants roses ont cette couleur seulement lorsqu'ils se nourrissent de crevettes, qui leur apportent des caroténoïdes responsables de cette coloration.

Le colorant est soluble dans le milieu où il est dispersé alors qu'un pigment de couleur ne l'est pas. Les matières colorantes absorbent la lumière dans

un domaine de longueur d'onde qui dépend étroitement de leur nature chimique.

La coloration d'un être vivant peut aussi être liée à des phénomènes physiques, tel que la diffusion de la lumière. Par exemple, des microstructures sur les ailes des papillons font varier l'angle d'incidence de la lumière qui les frappe, avec comme conséquence que les ailes reflètent différentes longueurs d'onde, ce qui nous fait voir le papillon sous différentes couleurs.

Chapitre 3.2 : Modification de la couleur du vivant et de la matière.

Il semble que la couleur du caméléon ne varie pas en fonction de son environnement physique, comme nous le voyons pour certains animaux, mais que la couleur qu'il reflète est en fonction de son état émotionnel, un peu comme une personne rougit, lorsqu'elle est gênée ou en colère, et pâlit lorsqu'elle a peur.

Le changement de couleurs des feuilles à l'automne n'est pas relié à la température mais à la baisse de luminosité. Moins de lumière implique moins de photosynthèse et il y a alors une diminution dans la production de la chlorophylle, ce pigment qui donne la couleur verte aux feuilles. Les feuilles nous montrent alors leur couleur naturelle, habituellement rouge, jaune et orangé, couleurs associées à des pigments caroténoïdes.

Chez certains animaux, comme le lièvre, la mue saisonnière fait évoluer le pelage du brun au blanc lorsqu'on s'oriente vers l'hiver et l'inverse lorsque revient l'été; ces transformations sont graduelles. Par contre, d'autres animaux peuvent modifier leur couleur de manière réversible et rapide, entre autres, des poissons, des reptiles ou encore des araignées. Ces changements rapides sont reliés aux cellules pigmentaires de leur peau, les chromatophores.

Un changement physiologique peut se produire du fait de l'étirement ou de la contraction de ces cellules pigmentaires, ce qui produit alors une variation de l'opacité et de la concentration de la couleur dans la cellule. Il

peut y avoir aussi un changement morphologique au niveau du derme, mais cela prend plus de temps.

Un objet est noir parce qu'il ne réfléchit aucune couleur, ce qui signifie qu'il absorbe toutes les longueurs d'onde de la lumière visible, tandis que l'objet ressort blanc, s'il réfléchit toutes les longueurs d'onde de la lumière.

Un métal que l'on chauffe commence par refléter de la chaleur et il rayonne de la lumière infrarouge, invisible à l'œil nu; lorsque sa température est augmentée, le métal se met petit à petit à briller et sa couleur passe alors par le rouge, l'orange, le jaune et tend vers le bleu. À 3 000°C, un filament d'ampoule de tungstène émet une lumière blanche. Ce changement de couleur est dû à l'agitation des atomes qui vont de plus en plus vite avec l'augmentation de la température.

La couleur d'un objet est aussi reliée à la température de l'objet qui produit ou reflète la lumière. Lorsqu'un objet céleste, comme une étoile, est à une température d'environ 5 500 K, sa lumière nous paraît blanche; elle ressort jaune lorsque la température de l'objet est aux alentours de 3 000 K et nous la voyons bleue, lorsque la température de l'objet grimpe jusqu'à plus de 8 000 K.

Les couleurs foncées de nos vêtements absorbent mieux la chaleur que les couleurs pâles.

## PARTIE 4

### UTILISATION DE COULEURS

Chapitre 4.1 : Par les peintres anciens et les peintures actuelles.

Les peintres anciens fabriquaient leur propre peinture à partir de pigments, poudre qu'ils tiraient des minéraux. Une des principales causes de la couleur des pigments minéraux est la présence d'impuretés sous forme d'ions isolés dans un cristal. En règle générale, le broyage des pigments conduit à un éclaircissement de la couleur initiale des pigments vu que les

grains, qui deviennent très fins, impliquent une augmentation de la diffusion de la lumière par ces derniers.

La poudre de pigments a besoin d'un liant, habituellement de l'eau ou de l'huile, pour être applicable sur une toile ou autres supports.

Les techniques utilisant la peinture à l'eau se rapportent surtout à l'aquarelle et à la gouache. Leur point commun est l'ajout d'une gomme arabique, constituée de molécules de sucre, qui assure la dispersion des pigments et facilite l'adhérence au support. Leur différence réside dans la quantité de gomme ajoutée, faible pour l'aquarelle et importante pour la gouache.

Les peintures acryliques utilisent aussi l'eau, et non l'huile, comme liant; outre la facilité de la dilution à l'eau, les peintures acryliques présentent les avantages d'un séchage rapide et d'une résistance au vieillissement.

Les médiums qui emploient l'huile comme liant contiennent une part de diluant, térébenthine ou autre, et une essence riche en résine. La couleur jaune de l'huile est due aux résidus végétaux qui absorbent le violet et le bleu. L'éclaircissement de l'huile par l'ensoleillement résulte de la destruction de ces résidus, par l'action des rayons UV du Soleil.

Aujourd'hui, la majorité des peintres utilise des préparations synthétiques, et non plus des pigments de minéraux naturels, pour nous émerveiller de leurs créations colorées. Les peintres d'aujourd'hui peuvent même se procurer, dans les commerces spécialisés, des pigments fluorescents en poudre. Rappelons que la fluorescence est une émission de lumière consécutive à une absorption de lumière et se situe à des longueurs d'onde plus élevées que celles de l'absorption.

Chapitre 4.2 : Effets de la couleur.

Les couleurs ont des effets physiologiques mesurables sur les êtres vivants. Tout comme les rayons UV sont responsables des coups de soleil, les longueurs d'onde du visible ont aussi une influence sur notre peau. Il est également reconnu que certaines migraines ou crises d'épilepsie peuvent

être déclenchées par des longueurs d'ondes précises. Nos sécrétions de mélatonine sont diminuées par le bleu et le vert et ne favorisent pas le sommeil, alors que la couleur rouge des chiffres de nos cadrans n'affecte pas notre endormissement. En astronomie, nous utilisons la lumière rouge pour nous éclairer afin de ne pas trop déranger notre acuité visuelle, qui est fortement perturbée si nous utilisons une lumière blanche artificielle.

Le système nerveux parasympathique est stimulé par les couleurs aux longueurs d'ondes courtes, comme le bleu et le violet; ces couleurs, qui accompagnent souvent les séances de relaxation, réduiraient la pression artérielle, le pouls et le rythme respiratoire mais, comme dit précédemment, ces couleurs ne favorisent pas le sommeil car elles sont assez intenses.

Les couleurs semblent aussi modifier nos perceptions et alors nous parlons d'influences psychologiques. Le temps semble passer plus rapidement dans une pièce où les murs sont de couleur orange ou rouge et la température de cette pièce est aussi considérée plus chaude que ne l'indique le thermostat. Les couleurs peuvent influencer notre attirance ou répugnance pour un mets. Les publicistes utilisent les couleurs de manière à nous vendre leur produit, une belle auto sport rouge.

Les couleurs, plus que le noir et le blanc, favorisent l'attention des enfants et l'apprentissage. Une photo en couleur retient notre attention pendant un peu plus de deux secondes, alors que celles qui sont en noir et blanc ne la retiennent qu'environ une seconde.

Le secteur médical utilise aussi la lumière et les couleurs pour intervenir; la luminothérapie est une technique qui aide à prévenir et à diminuer les dépressions lors des longues journées d'hiver, alors que le Soleil nous manque.

Dans les cas de jaunisse, les nouveaux nés prématurés sont de plus en plus exposés, en couveuse, à la lumière bleue pour éliminer l'excès de bilirubine. En dermatologie, les rayons de couleur rouge et orange sont utilisés pour diminuer les vergetures et cicatrices, car ces rayons lumineux vont jusqu'à la bonne profondeur dans notre organisme pour traiter ces difficultés.

Une plante pousserait mieux si elle était éclairée par une lumière rouge.

Nous pourrions apporter de nombreux exemples pour confirmer le rôle important et varié que les couleurs jouent dans nos décisions et nos comportements et cela dans plusieurs domaines, mais nous croyons qu'il est inutile de le faire, vu que chaque personne pourrait nous raconter, par expérience, les influences de la couleur sur elle.

Même si les couleurs peuvent être classées en fonction de leurs longueurs d'onde, des catégories chaudes et froides, de leur impact relaxant ou agressant, il ressort que la même couleur n'a pas nécessairement le même effet sur chaque personne, tout comme nos bons vieux médicaments. En outre, il est clair que les couleurs n'ont pas la même signification pour chaque époque, dans chaque civilisation, ni même dans chaque pays.

Vu les grandes différences d'interprétation à ce niveau, nous ne ferons pas l'étalage des significations des couleurs, tout comme il est difficile de d'analyser scientifiquement les rêves.

## CONCLUSION

C'est grâce aux cônes contenus dans l'œil que nous pouvons détecter les couleurs; avant de les atteindre, la lumière doit traverser les différentes composantes de l'œil et une fois que la lumière atteint les cônes de la rétine, elle est transformée en influx nerveux qui est acheminé au cerveau, notre véritable organe de perception.

La lumière provient des photons produits par les électrons lorsqu'ils reviennent sur leur orbite de départ et la couleur de cette lumière dépend de l'énergie de ces photons.

La diversité des couleurs, dans les règnes animal et végétal, répond à des besoins fondamentaux et la modification de leur couleur, selon les saisons et situations, démontre les capacités d'adaptation de ces êtres.

Aujourd'hui, la majorité des peintures est faite à base de pigments synthétiques.

Étant donné leur nature physique, les couleurs présentent, en plus des effets psychologiques reliés à leur beauté, des effets physiques et physiologiques en concordance avec leur énergie.

#### BIBLIOGRAPHIE

- Causse, Jean-Gabriel. L'étonnant pouvoir des couleurs. Édito, 2014.  
Dehesdin, Thierry. La couleur en photographie. Pearson France, 2011.  
Gray, Théodore. Atomes. Place des Victoires, 2010.  
Metcalf, Jonathan (directeur de la publication). Le corps humain, comment ça marche. Le Courrier du Livre, 2017.  
Thouin, Marcel. Tester et enrichir sa culture scientifique et technologique. MultiMondes, 2008.  
Xuan Thuan, Trinh. Les voies de la lumière. Folio essais, 2008.

#### SITES INTERNET

- Archi7.net  
Astronomes.com  
Astronoo.com  
Commentcamarche.net  
Forum-metaphysique.com  
Jaitoutcompris.com  
Lactualitéchimique.org  
Lanaturedepres.fr  
Mcgill.ca  
Mediachimie.org  
Meteoedia.com  
Planete-vie.ens.fr  
Web.sciences.com  
Wikipédia.org

## TABLE DES MATIÈRES

Avant-propos.....	2
Partie 1 : Les couleurs perçues.....	2
Chapitre 1.1 : Les couleurs perçues par l'homme.....	2
Chapitre 1.2 : Œil et cerveau, organes de perception de couleur.....	2
Partie 2 : Constituants de la couleur.....	5
Chapitre 2.1 : De quoi est faite la couleur?.....	5
Chapitre 2.2 : Combinaisons des constituants de la couleur.....	9
Partie 3 : Couleurs du vivant et de la matière.....	10
Chapitre 3.1 : Diversité de la couleur.....	10
Chapitre 3.2 : Modification de la couleur du vivant et de la matière....	11
Partie 4 : Utilisation des couleurs.....	12
Chapitre 4.1 : Par les peintres anciens et les peintures actuelles.....	12
Chapitre 4.2 : Effets de la couleur.....	13
Conclusion.....	15
Bibliographie.....	16
Sites internet.....	16
Table des matières.....	17